

APLICAȚII INDUSTRIALE-PRACTICIANUL SUDOR INDUSTRIAL APPLICATION-WELDING PRACTITIONER

Cerințe structurale necesare sudării cap la cap a șinelor din componenta căii ferate și a aparatelor de cale

Structural requirements for the butt-welding of railways and switches

Nicolae Ionescu

Rezumat

Articolul prezintă importanța normelor europene (EN) și a standardelor românești (SREN) pentru calea ferată propriu-zisă și aparatele de cale, preluate integral prin traducerea acestora, precum și anumite propuneri de completare și modificare a unor prevederi din aceste norme tehnice în scopul îmbunătățirii calității și a siguranței circulației trenurilor în transportul de persoane și mărfuri.

Cuvinte cheie

sudare cap la cap, tensiuni remanente, examinare vizuală, oboseală sub sarcini din exploatare în regim dinamic/static (prin variația temperaturii mediului ambiant), particularități ale rezistenței la solicitări variabile și șoc

Abstract

This article discusses the importance of European (EN) and Romain (SREN) standards for railways (train tracks) and switch (track devices), il also proposes the completion and includes suggestions for the improvement of technical norms, with the aim of improving the quality and safety of human and cargo railway transport.

Keywords

Butt-welding, residual stress, visual testing, fatigue under operating tasks in and static mode (by variation of ambient temperature), peculiarities of resistance to variable stress and shock

1. Introducere

Tendința mondială a traficului feroviar privind viteza transportului persoanelor este de generalizare la maxim 250 km/h și a mărfurilor la maxim 130 km/h pe aliniamentul și palierul căii ferate propriu-zise și pe linia directă a aparatelor de cale cu toate joantele sudate cap la cap; pe liniile în curbă și pe linia deviată (abătută) a aparatelor de cale, viteza este determinată de caracteristicile geometrice ale curbei. Normele europene (EN) acordă o importanță deosebită calității produselor industriale specifice infrastructurii feroviare cu privire la șine, aparate de cale și tehnologiile de sudare cap la cap aferente [1], [2], [3], [4], [5].

În lucrarea [2] EN 13232 – 9:2006, la capitolul 6.2 se fac următoarele referiri cu privire la produsul industrial aparat de cale:

„Fiind dată complexitatea sistemului, nu poate fi

1. Introduction

The global trend of rail traffic regarding the speed of passengers' transport is generalized at a maximum of 250 km / h and for freight trains at a maximum of 130 km / h on the alignment and level of the railway itself and on the direct line of tracked equipment with all joints but-welded; on curved rails and on the deviated (deviated) line of track devices, the speed is determined by the geometric characteristics of the curve.

European norms (EN) place particular emphasis on the quality of industrial products specific to railway infrastructure with regard to rails, track equipment and related welding technologies [1], [2], [3],[4], [5]. In the paper [2] EN 13232 - 9: 2006, in chapter 6.2 the following references are made regarding the industrial product of the track apparatus:

”Given the complexity of the system, no general rules

fixată nicio regulă generală pentru această proiectare. Pentru proiectele existente furnizorul trebuie să aducă dovada validității indirecte a lor, prin aplicații similare și/sau referințe pertinente. Pentru proiecte noi, proiectantul trebuie să facă dovada validității lor prin calcule, încercări de laborator și/sau în exploatare, în conformitate cu cerințele clientului. Căile ferate trebuie concepute în mod adecvat pentru a garanta stabilitatea căii sub trafic. Încărcările orizontale și verticale trebuie transmise corect la platforma căii. Forțele termice trebuie corect transferate prin aparatul de cale la secțiunile de cale adiacente și la platforma căii”.

În situația actuală și în perspectiva unui orizont de minim 50 de ani a dezvoltării transportului feroviar de persoane și mărfuri la nivel european și mondial, cu operatori privați concurențiali operatorilor naționali (de exemplu MAV, BDZ, ÖBB, DB, PKP, SNCF etc.), aparatul de cale cu șinele aferente sudate cap la cap prin topire trebuie să răspundă corespunzător și sigur pe toată perioada de utilizare diverselor categorii de material rulant (de tracțiune și tractat) care au caracteristici constructive diferite (aparat de rulare, ampatament, suspensie, formula osiilor etc.), precum și uzuri diferite.

2. Legătura șinelor din compunerea căii ferate și a aparatelor de cale

De la începutul căilor ferate și a aparatelor de cale, șinele și reperele de rulare s-au realizat legate între ele prin eclise cu organe de asamblare (șuruburi, piulițe și inele resort) care formează un ajustaj ce poartă denumirea tehnică feroviară de joantă. Între capetele șinelor și ale reperelor de rulare (ace, contraace, șine de legătură, șine de rulare cu contrașine, inimi de încrucișare) se lasă un spațiu liber denumit rost pentru dilatarea și contracția liberă a celor două piese în contact, din cauza temperaturii variabile a mediului ambient.

Prin tehnica nouă – linia fără joante – se face continuă prin suprimarea ecliselor și a organelor de asamblare la calea ferată propriu-zisă și la aparatele de cale, cu mari avantaje pentru traficul feroviar, cu economie de material și întreținere pentru materialul rulant, urmare a cercetării inovatoare care s-a extins și definitivat grație tehnicienilor care au învins rutina [6], [7], [8], [9].

În anul 1933 s-au sudat șinele tip 45 kg/m în tunelul Timiș pe linia București – Brașov, prin metoda aluminotermică, pe o lungime de 975 m, în perioada 1935 – 1936 s-au realizat prin sudare oxiacetilenică șine tip 40 kg/m pe linia București – Giurgiu în tronsoane

can be set for this design. For existing projects, the supplier must provide proof of their indirect validity, through similar applications and /or relevant references. For new projects, the designer must prove their validity by calculations, laboratory tests and / or in-service, in accordance with customer requirements. The railways must be properly designed to ensure the stability of the tracks under traffic. Horizontal and vertical loads must be transmitted correctly to the track platform. The thermal forces must be correctly transferred through the track apparatus to the adjacent track sections and to the track platform”.

In the current situation and in the perspective of a horizon of at least 50 years of the development of passenger and freight rail transport at European and global level, with private operators competitive with national operators (e.g. MAV, BDZ, ÖBB, DB, PKP, SNCF etc.), the track device (switch) with its rails butt-welded by melt welding must respond appropriately and safely throughout the use of the various categories of rolling stock (traction and towing), which have different construction characteristics (running gear, wheelbase, suspension, axle formula etc.) as well as various wear.

2. The connection of the rails in the composition of the railway and of the track devices

From the beginning of the railways and track devices, rails and running parts have been connected to each other by fasteners with joints (screws, nuts and spring rings) which form an adjustment called the technical rail joint. Between the ends of the rails and the running parts (needles, countersinks, connecting rails, roller tracks with rails, switches points) there is a free space called expansion joint for the free expansion and contraction of the two parts in contact, due to the variable temperature of the environment.

The new technique- the line without joints- is made continuous by the removal of the clips and fasteners on the railway itself and on the track devices, with great advantages for rail traffic, material savings and maintenance for rolling stock, as a result of innovative research that has been extended and finalized thanks to the technicians who have overcome the routine [6], [7], [8], [9].

In 1933, the rails type 45 kg/m were welded in the Timiș tunnel on the Bucharest- Brașov line, by the aluminothermic method, on a length of 975 m. In the period 1935- 1936, 40 kg/m type rails were welded by

de 30 m și 60 m pe o lungime de 9 km, între stațiile Filaret și Jilava care nu au dat rezultatele așteptate, în anul 1940, C.F.R. s-au adresat întreprinderilor electromecanice Timișoara care realizau cu succes sudarea cap la cap prin topire intermediară a șinelor de tramvai cu o mașină electrică folosind principiul de topire intermediară și presiune cap la cap cu rezultate corespunzătoare (niciun rost sudat nu s-a fisurat sau rupt); această instalație modernizată prin stăruința academicianului C. Micloși a devenit producătorul sudării căii ferate propriu-zise cu denumirea „TAURUS” [9]. Experiența obținută în perioada 1961-1979 în ceea ce privește stabilitatea căii fără joante la C.F.R. a primit o bună apreciere la consfătuirea de la Budapesta – iulie 1963 din cadrul Comisiei a IX-a a O.C.C.F. „calea fără joante” constatându-se că în Ungaria, Polonia, fostele Cehoslovacia și R.D. Germană se folosea aproape în exclusivitate metoda aluminotermică, în timp ce în România, Bulgaria și fosta U.R.S.S. se utiliza metoda de sudare electrică cap la cap prin topire intermediară și presiune.

În tabelul 1 se prezintă procedeele tehnologice pentru sudarea cap la cap a șinelor de cale ferată.

oxyacetylene method on the line Bucharest- Giurgiu in sections of 30 m and 60 m on a length of 9 km, between Filaret and Jilava stations that did not give the expected results. In 1940, CFR addressed to Timișoara Electromechanical Factories which successfully performed butt welding by melting tram rails with an electric machine using the principle of intermediate melting and butt pressure with corresponding results (no welded joint cracked or broke); this modernized installation through the perseverance of academician C. Miclosi became the producer of the welding of the railway itself with the name “TAURUS” [9]. The experience gained between 1961 and 1979 regarding the stability of “The road without joints” at C.F.R. received a good appreciation at the Budapest-July 1963 meeting of the Ninth Commission of the O.C.C.F finding that in Hungary, Poland, the former Czechoslovakia and R.D. In Germany, the aluminothermic method was used almost exclusively, while Romania, Bulgaria and the former U.R.S.S., used the method of electric butt welding by intermediate melting and pressure.

Table 1 shows the technological processes for butt welding of railway tracks.

Tabelul 1. Procedee tehnologice pentru sudarea cap la cap a șinelor de cale ferată

Table 1. Technological processes for butt welding of railway rails

Procedeele de sudare cap la cap al șinelor	Rezistența la încovoieri repetate, % față de șina nesudată	Posibilități de aplicare în cale	Observații
Butt welding processes for railway tracks	Resistance to repeated bending, % to non-welded rail	Possibilities of application on the railway	Notes
Cu arc electric	60...70	În toate cazurile	Sunt necesare materiale de aport (electrozi, flux) din import și sudori de înaltă calificare; se folosește numai pe linii puțin solicitate (linii uzinale, garare).
With electric arc		Always	Imported input materials (electrodes, flux) and highly qualified welders are required; used only on low-demand lines (factory lines, garage).
Aluminotermic	60...65	În toate cazurile	Sunt necesare utilaje și accesorii simple; termitul se procură din import.
Aluminothermic		Always	Simple machinery and accessories are needed; the termite is imported.
Cu gaze și presiune	90...95	Nu s-a aplicat la CFR	Sunt necesare instalații speciale și consum ridicat de oxigen și gaze (acetilenă).
With gas and pressure		Not applicable with CFR	Special installations and high oxygen and gas (acetylene) requirements are required.
Electric prin topire intermediară și presiune	95...100	În toate cazurile	În uzină este necesară o instalație fixă de sudare în regim automat, iar în cale o instalație identică, cu sursă de energie electrică proprie.
Electric by intermediate melting and pressure		Always	A fixed automatic welding installation is required in the factory, and an identical installation with its own power source is required.

Din acel moment, sudarea șinelor a fost trecută în planul C.F.R. prin organizarea eșaloanelor de sudare cu extinderea acestui procedeu – SUDARE ELECTRICĂ CAP LA CAP PRIN TOPIRE INTERMEDIARĂ și PRESIUNE

From that moment, the welding of the rails was included in the C.F.R. plan by organizing the welding stages with the extension of this process- ELECTRIC WELDING THROUGH INTERMEDIATE MELTING and

- cu toată logistica realizată în țara noastră, inclusiv elaborarea instrucțiunilor de lucru, școlarizare – examinare – autorizare personal de execuție – supraveghere și întreținere, având forma organizatorică de unitate economică „SUDAREC”; aceasta a realizat circa 7.000 km de cale ferată propriu-zisă prin utilizarea acestui procedeu. După evenimentele din decembrie 1989, această societate comercială care recondiționa și toate sinele uzate scoase din calea ferată prin reprofilarea suprafeței de rulare și le resuda cap la cap prin același procedeu, în șine lungi de circa 30 m pentru linii de primire – expediere, triaje și căi ferate uzinale (industriale) a fost lichidată ca nefiind utilă și rentabilă C.F.R.

În ceea ce privește proiectarea structurii de rezistență a mecanismului complex – aparatul de cale – este necesar ca proiectantul și tehnologul de fabricație să respecte faptul că solicitările pieselor componente ale acestui produs industrial nu sunt numai încărcări orizontale, verticale și termice ce trebuie transmise corect la platforma căii și la secțiunile de cale ferată adiacente (a se vedea punctul 1), ci sunt solicitări combinate, deoarece el are patru fire sau opt fire care compun două căi de circulație, din care una este linia directă și cealaltă linia deviată (abățută) pentru schimbătorul simplu de cale, traversarea cu joncțiune – dublă și bretea.

3. Particularitățile rezistenței la solicitări variabile și șoc ale șinelor și reperelor de rulare

Fisurarea și ruperea șinelor și a reperelor de rulare se rezumă la următoarele ipoteze:

- ruperea este inițiată în zona defectelor de continuitate ce pot preexista sau sunt generate prin legături la nivel structural primar (fabricație defectuoasă, recepție incompletă/tolerantă, lucrări de întreținere superficial executate etc.);
- ruperea este inițiată de o extindere a fisurilor ce se declanșează atunci când local în zona discontinuității se depășește o mărime critică care poate fi de natura unei energii specifice, tensiuni sau deformații, fragilizare prin hidrogen etc.

În țara noastră s-au făcut încercări de laborator la scara 1:1 pe o instalație specială (pulsator) în cadrul Filialei Academiei la Timișoara, devenită ulterior I.S.I.M. de către academicienii Viorel Micloși și Traian Sălăgean, dr. ing. Clara Boarnă și tehn. Aurel Simion

PRESSURE - with all the logistics made in our country, including the elaboration of work instructions, schooling - examination - authorization of execution personnel - supervision and maintenance, having the organizational form of economic unit "SUDAREC"; They covered about 7,000 km of the railway using this process. Following the events of December 1989, this company that reconditioned all the used rails removed from the railway by reshaping the tread and rewelding them end to end by the same process, in rails of about 30 m long as lines of receiving - shipping, sorting and plant (industrial) railways, was liquidated as CFR considered it not being useful and profitable.

Regarding the design of the resistance structure of the complex mechanism - the track device - it is necessary that the designer and the manufacturing technologist should take into account the fact that the demands of the components of this industrial product are not only horizontal, vertical and thermal loads to be transmitted correctly to the platform of the railway and to adjacent railway sections (see point 1), but they are combined demands, as it has four wires or eight wires that make up two lanes, one of which being the direct line and the other the deviated line for the single interchange track, crossing with double junction and strap.

3. Specifications of resistance to variable stress and shock of rails and running parts

Cracking and breaking of rails and running parts are summarized as follows:

- breakage is initiated in the area of continuity defects that may pre-exist or are generated by connections at the primary structural level (defective manufacturing, incomplete / tolerant reception, superficially performed maintenance work etc.);
- breakage is initiated by an extension of the cracks that is triggered when locally in the area of the discontinuity a critical quantity is exceeded which can be a specific energy, stresses or deformations, hydrogen embrittlement etc.

In our country, laboratory tests were performed on a 1:1 scale on a special installation (pulsator) within the Academy Branch in Timișoara, which later became the I.S.I.M. Tests were performed by academics Viorel Miclosi and Traian Salagean, Dr. Eng. Clara Boarna

Moga și aceste ipoteze specifice ruperii materialelor din oțel au demonstrat trecerea de la interpretarea ruperii ca fenomen de cedare global (teoriile elastice din rezistența materialelor Saint – Venant, Mohr etc.) la interpretarea ruperii ca un fenomen local de nucleație (concentrator de tensiune) și propagarea cu extindere a fisurilor sub acțiunea celor mai diverse forme de solicitare a căii ferate propriu-zise și a aparatului de cale cu suduri cap la cap prin topire în componența lor.

A fost necesară o perioadă de mai mult de jumătate de secol, ca în final, E.N. 13674-1:2003 [1] să prevadă încercarea la oboseală a șinei cu amplitudine constantă conform I.S.O. – 1099 (ultima ediție), cu o deformare totală a amplitudinii de 0,00135 mm și durata de utilizare a fiecărui eșantion să fie mai mare de 5×10^6 cicluri (durata de viață este definită în raport cu ruperea completă a eșantionului).

Asupra condițiilor de încercare, este necesar să se modifice temperatura de încercare de la +15 °C și + 25 °C la +15 °C și -40 °C cu recalcularea vitezei de propagare a fisurilor la oboseală ΔK pentru toate mărcile de oțel din tabelul 3 al normei europene mai sus rubricată, iar ciclul deformăției trebuie aplicat în conformitate cu ciclurile de solicitare reale (din exploatare) și anume asimetric pozitiv (alternant negativ) și asimetric negativ (alternant negativ), ambele ca cicluri alternante alături de ciclul alternant simetric prevăzut în [1] (a se vedea tabelul 2).

Coeficientul de asimetrie în cazul acestor cicluri este $R=0$. Ciclurile în care tensiunile își schimbă semnul (coloanele 3, 4 și 5) se numesc cicluri alternate. Acestea au coeficientul de asimetrie negativ. Cel mai frecvent întâlnit în practică este ciclul alternat simetric (coloana 4) care are $R=-1$, iar la șinele căii ferate propriu-zise și la reperele de rulare ale aparatului de cale $0 > R > -1$ (coloana 3) și $-1 > R > -\infty$ (coloana 5).

Încercările la oboseală se vor extinde și pe epruvete prelevate din talpa șinei, deoarece solicitarea cu amplitudine constantă, adică alternant în ciclu simetric este defavorabilă în această zonă supusă la întindere – compresiune în regim dinamic (figura 1).

Această figură înlocuiește figura 3 din standardul european mai sus rubricat și identic se va proceda cu privire la determinarea vitezei de propagare a fisurii la oboseală (pagina 32 din standardul rubricat) în capul (coroana) și talpa șinei, acului etc.

Epruvetele se prelucrează cu grijă, se șlefuiesc pentru înlăturarea urmelor lăsate de sculele așchietoare, urme care micșorează categoric rezistența la oboseală a acestora. Deoarece forma epruvetei influențează re-

and techn. Aurel Simion Moga and these specific hypotheses of the breakage of steel materials have demonstrated the transition from the interpretation of breakage as a global yield phenomenon (elastic theories of strength of materials Saint- Venant, Mohr etc.) to the interpretation of breakage as a local nucleation phenomenon (concentrator of tension) and the propagation with extension of the cracks under the action of the most diverse forms of stress of the railway itself and of the track device with butt welding by melting in their composition.

It took more than half a century, and finally, E.N. 13674-1: 2003 [1] to provide for the fatigue test of the rail with constant amplitude according to I.S.O. - 1099 (latest edition), with a total amplitude distortion of 0,00135 mm and the duration of use of each sample being greater than 5×10^6 cycles (lifetime is defined in relation to the complete breakage of the sample). Under the test conditions, it is necessary to change the test temperature from + 15 °C and + 25 °C to + 15 °C and -40 °C by recalculating the fatigue crack propagation speed ΔK for all steel marks in Table 3 of the above-mentioned Euronorm, and the deformation cycle must be applied according to the current (in operation) stress cycles, namely asymmetric positive (alternating negative) and asymmetric negative (alternating negative), both as alternating cycles along with the expected alternating symmetric cycle in [1] (see table 2).

The asymmetry coefficient for these cycles is $R = 0$. The cycles in which the voltages change their sign (columns 3, 4 and 5) are called alternating cycles. They have a negative asymmetry coefficient. The most common in practice is the symmetrical alternating cycle (column 4), which has $R = -1$, and at the tracks of the railway itself and at the running marks of the track device $0 > R > -1$ (column 3) and $-1 > R > -\infty$ (column 5). The fatigue tests will be extended to samples taken from the sole of the rail, because the demand with constant amplitude, alternating in symmetrical cycle is unfavourable in this area subjected to stretching- compression in dynamic regime (figure 1). This figure replaces figure 3 of the above-mentioned Euronorm and the same procedure will be followed to determine the rate of propagation of the fatigue crack (page 32 of the Euronorm) at the top (crown) and sole of the rail, pin etc.

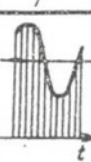
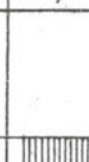
The samples are processed with special care, they are sanded to remove the marks left by the cutting tools, traces that categorically reduce their resistance to fatigue. Because the shape of the test tube influences

zultatele încercării, nu se pot compara decât rezultatele obținute cu epruvete de aceeași formă (figura 1).

the test results, only the results obtained in tubes of the same shape can be compared (figure 1).

Tabelul 2. Cicluri de solicitare la oboseală de încovoiere

Table 2. Stress cycles during bending stress test

	Cicluri oscilante pozitive			Cicluri alternante		Cicluri oscilante negative	
	Cicluri asimetrice pozitive			Ciclu simetric	Cicluri asimetrice negative		
	Ciclu oscilant pozitiv	Ciclu pulsator pozitiv	Ciclu alternant negativ		Ciclu alternant negativ	Ciclu pulsator negativ	Ciclu oscilant negativ
	1	2	3	4	5	6	7
							
σ_m	> 0	$= \frac{1}{2} \sigma_{max} > 0$	> 0	0	< 0	$= \frac{1}{2} \sigma_{min} < 0$	< 0
σ_{max}	> 0	> 0	> 0	≥ 0	> 0	0	< 0
σ_{min}	> 0	0	< 0	< 0	< 0	< 0	< 0
σ_s	$\neq 0$	$\frac{1}{2} \sigma_{max}$	$\neq 0$	$= \sigma_{max} = \sigma_{min}$	$\neq 0$	$\frac{1}{2} \sigma_{min}$	$\neq 0$
$R = \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}}$	$+1 > R > 0$	0	$0 > R > -1$	-1	$-1 > R > -\infty$	∞	$\infty > R > +1$

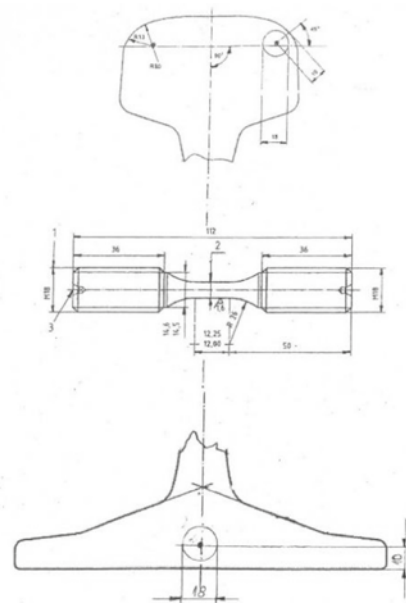


Figura 1. Epruvetă pentru determinarea rezistenței la oboseală în cap (coroană)/talpa șinei Vignole și a reperelor de rulare sudate electric cap la cap prin topire (1- cap cu filet; 2- corp epruvetă; 3- con de centrare)

Figure 1. Specimen for determining the resistance to fatigue at top (crown) / sole of the Vignole rail and of the rolling parts electrically butt welded by melting (1- threaded head; 2- test tube body; 3- centring cone)

Rezistența la oboseală se determină și rezultatele se compară între ele în funcție de metodele utilizate și anume Wöhler, Locati și Prot. Metoda Wöhler este relativ simplă, dar necesită un număr mare de probe, ceea ce ridică durata încercărilor și costul acestora, pentru care se pot utiliza și metodele Locati și Prot, mai ales că acestea pot determina influența unor de-

Fatigue resistance is determined and the results are compared according to the methods used, namely Wöhler, Locati and Prot. The Wöhler method is relatively simple, but requires a large number of samples, which increases the duration of the tests and their cost, for which the Locati and Prot methods can also be used, especially as they can also deter-

fecte și asupra rezistenței sudurii electrice cap la cap prin topire intermediară și presiune.

Deoarece șinele căii ferate propriu-zise și reperate de rulare ale căii ferate sudate prin acest procedeu participă nemijlocit la siguranța circulației feroviare de transport persoane și mărfuri, este necesar ca în această normă [1], la pct. 8.4 Încercări la oboseală, să se mai introducă și următoarele măsuri pe care producătorul trebuie să le îndeplinească ca probe de tip pentru producția de profile laminate (șină Vignole cu masa mai mare sau egală cu 46 kg/m, șină ac cu inimă îngroșată și aripi inegale, contrașină U-33) și pentru sudurile cap la cap (ac elastic, ac flexibil, vârf din oțel aliat îmbunătățit termic sudat cu șine – cozi, inimă turnată din oțel aliat cu mangan sudată cu șine – aripi și șine – cozi, cupoane de racordare între două tipuri diferite de șine, de exemplu tip 49/54, 49/54E, 49/60, 49/65, 60/65):

- deoarece șinele (netratate/tratate termic) au o infinitate de rezistențe la oboseală legate de coeficientul de asimetrie (variabil între +1 și $-\infty$) sunt necesare de elaborat diagramele rezistențelor la oboseală;
- în funcție de rezultatele obținute pe epruvetele care sunt influențate de factori constructivi, tehnologici și de condițiile de lucru/exploatare, producătorul nu le poate transpune direct asupra fabricației curente (în curs) ci poate numai dispune după caz supravegherea permanentă în funcționare sau scoaterea din cale (din exploatare);
- calculul coeficientului de siguranță în funcție de natura ciclurilor de solicitare, care trebuie introdus în certificatul de calitate al produsului;
- rezistența la oboseală a sudurilor cap la cap prin topire trebuie să fie egală cu a materialului de bază pentru care coeficienții de siguranță trebuie să fie cuprinși între 3...4. Încercarea decidentă este numai pe cupoane tehnologice de lungime determinată, rezemate la capete și cu forța concentrată aplicată perpendicular în planul sudurii electrice cap la cap, debavurată și polizată pe tot perimetrul în cadrul unei instalații denumită pulsator hidraulic la scara 1:1.

Administrațiile de cale ferată au folosit în decursul timpului diverse procedee tehnologice de sudare cap la cap prin topire și rezultatele sunt prezentate în tabelul 1. Din acest tabel se constată superioritatea tehnologiei de sudare electrică cap la cap prin topire intermediară și presiune. Deoarece șinele Vignole cu masa mai mare sau egală cu 46 kg/m conform [1] se livrează și tratate termic superficial pentru tipurile R350HT și R359LHT cu rezistență de rupere la

mine the influence of certain defects upon the resistance of butt welding by intermediate melting and pressure.

As the railway tracks themselves and the running tracks of the railway welded by this process are directly involved in the safety of the railway traffic for the transport of persons and goods, it is necessary that in this norm [1], point 8.4 be also introduced the following measures to be carried out by the manufacturer as type tests for the production of rolled profiles (Vignole rail with a mass greater than or equal to 46 kg/m, needle rail with thickened core and uneven wings, U-33 rail) and for butt welds (elastic needle, flexible needle, thermally enhanced alloy steel tip welded with bottom rails, connection between two different types of rails (for instance type 49/54, 49 / 54E, 49/60, 49/65, 60/65:

- because rails (untreated / heat treated) have an infinity of fatigue strengths related to the asymmetry coefficient (variable between +1 and $-\infty$) it is necessary to draw fatigue resistance diagrams;
- depending on the results obtained on the test tubes which are influenced by constructive, technological factors and working/operating conditions, the manufacturer may not transpose them directly on the current (ongoing) production but may only dispose, depending on the case, permanent supervision under exploitation or their decommissioning;
- the calculation of the safety factor according to the nature of the application cycles, which must be entered in the product quality certificate;
- the fatigue strength of butt welds by melting must be equal to that of the basic material for which the safety coefficients must be between 3 ... 4. The decisive test is only on technological coupons of determined length, supported at the ends and with the concentrated force applied perpendicularly on the plane of the electric butt welding, deburred and polished on the whole perimeter in an installation called 1: 1 scale hydraulic pulsator.

The railway administrations have used over time various technological processes of butt welding and the results are presented in Table 1. This table shows the superiority of electric butt-welding technology by intermediate melting and pressure.

As Vignole rails with a mass greater than or equal to 46 kg/m according to [1] are delivered and surface heat treated for types R350HT and R359LHT with a tensile strength of at least 1175 MPa, a minimum

tracțiune minim 1175 MPa, alungirea minim 9% și duritatea pe axa mediană a feței de rulare 350...390 HB și chiar 380...450 HB – tratament termic superficial hipereutectoid (HE Super Premium – oțeluri perlitice pentru ace, contraace și șine – aripi), dificultatea sudării cap la cap prin topire intermediară și presiunea acestora și a reperelor de rulare constă că au capul (coroana) îmbunătățită termic. Literatura de specialitate conține date suficiente privind sudarea șinelor cap la cap prin topire intermediară și presiune, dar nu se face referire la cazul când piesele în contact au capul (coroana) tratat termic superficial (îmbunătățit termic). În acest scop, am conceput un plan statistic de cercetare dependent de următorii factori și nivele de cercetare: ordinea operațiilor, presiunea de refulare, starea de tensiune determinată de tratamentul termic superficial și sudarea electrică cap la cap, conținutul de carbon, temperatura de încercare și determinarea rezistenței la oboseală (acestea au fost reținute pentru toate sudurile electrice cap la cap prin topire din cuprinsul aparatului de cale) [10]. Am studiat macro și microstructura sudurilor cap la cap și a zonelor influențate termic (ZIT) în regim tehnologic de sudare „dur” și „moale”, presiunea de refulare în regimul dur a fost cuprinsă în intervalul 5,68...6,86 daN/mm², iar în regimul moale de 3,40...4,41 daN/mm². S-a efectuat determinarea rezistenței la oboseala de încovoiere în regim alternant asimetric pe cupoane tehnologice și s-a obținut valoarea dominantă de 25,5 daN/mm², ceea ce arată că sudarea în regim dur determină o majorare cu 8% față de regimul moale (în exploatare încărcarea transmisă de materialul rulant se concretizează prin forța aplicată în poziție înclinată la 30° față de axa verticală la contactul roată-șină). Din rezultatele obținute, rezistența la oboseală determinată în poziție înclinată la 30° a șinei (a reperului de rulare) este de 2/3 din limita la oboseală determinată cu sarcina aplicată în poziție verticală direct în planul sudurii cap la cap. Pentru a nu afecta negativ tratamentul termic superficial al șinei și al reperului de rulare, am testat un regim de sudare combinat – „THERMOMECHANIC”, care constă în faptul că după sudarea propriu-zisă cap la cap și debavurarea totală (pe tot perimetrul secțiunii transversale), cele două piese sudate se strâng din nou în bacurile mașinii de sudat și se încălzesc prin circuitul secundar al mașinii de sudat timp de 2 până la 2,5 minute la atingerea temperaturii de 950...1000 °C, după care se face o nouă refulare. Prin acest procedeu se îndepărtează zonele oxidate de la refularea primară și se obține

elongation of 9% and a hardness on the middle axis of the face 350...390 HB and even 380...450 HB - hypereutectoid surface heat treatment (HE Super Premium - pearlitic steels for needles, countersinks and rails - wings), the difficulty of butt welding by intermediate melting and their pressure and of running parts is that they have a thermally improved top (crown).

Scientific literature contains sufficient data on butt welding by intermediate melting and pressure, but does not refer to the case when the parts in contact have a top (crown) surface treated (thermally improved).

For this purpose, we have designed a statistical research plan depending on the following factors and levels of research: order of operations, discharge pressure, voltage state caused by surface heat treatment and butt welding, carbon content, test temperature and determination of fatigue strength (these were retained for all electric butt welds by melting within the track device) [10]. We studied the macro and microstructure of butt welds and thermally influenced areas (ZIT) in “hard” and “soft” welding technology, the discharge pressure in the hard regime was in the range of 5.68...6.86 daN/mm², and in the soft regime of 3.40...4.41 daN/mm². The asymmetric alternating bending fatigue strength was determined on technological coupons and the dominant value of 25.5 daN/mm² was obtained, which shows that the hard welding determines an increase of 8% compared to the soft regime (in operation the load transmitted by the rolling stock is materialized by the force applied in an inclined position at 30° to the vertical axis at the wheel-rail contact).

From the obtained results, the fatigue strength determined at an inclined position at 30° of the rails (of the running reference) is 2/3 of the fatigue limit determined by the load applied in a vertical position directly in the plane of the butt weld. In order not to negatively affect the surface heat treatment of the rail and of the running part, we tested a combined welding regime - "THERMOMECHANICAL", which consists in the fact that after the actual butt welding and total deburring (on the entire perimeter of the cross section), the two welded parts are tightened again in the tanks of the welding machine and heated through the secondary circuit of the welding machine transformer for 2...2.5 minutes when the temperature reaches 950...1000 °C, after which a new repression is made. This process removes the oxidized areas from the primary discharge and obtains a substantial reduction of the thermally in-

o reducere substanțială a zonei influențată termic cu înlăturarea granulației grosolane (grobă) din această zonă datorită unei recrystalizări a sudurii, iar caracteristicile mecanice obținute arată că: variația durității în ZIT în regim dur termomecanic s-a redus la circa 20 mm, toate epruvetele prelevate din cap (coroană), inimă și talpă s-au rupt în zona metalului de bază în afara ZIT, iar la examinarea suprafețelor nu s-au constatat defecte determinate de procedeu, cu un ZIT redus și un plan de separație greu perceptibil în zona îmbinării sudate, rezultatul fiind 25,5 daN/mm² (figura 2).

fluenced area by removing the coarse granulation (rough) from this area due to a recrystallization of the weld, and the mechanical characteristics obtained demonstrate the following: hardness variation in ZIT under hard thermomechanical condition was reduced to about 20 mm, all samples taken from the top (crown), heart and sole broke in the area of the basic metal outside the ZIT, and on examination of the surfaces no defects were found due to this procedure, with a low ZIT and a hardly noticeable separation plane in the area of the welded joint concluding the final result of 25.5 daN/mm² (figure 2)

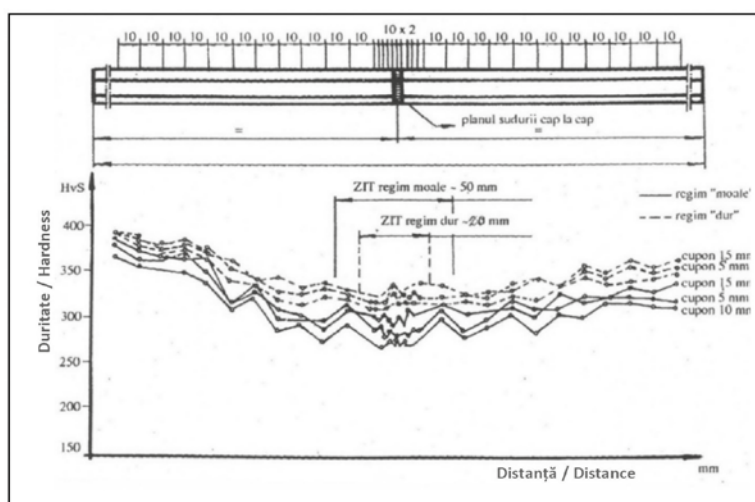


Figura 2. Curbele de variație ale durității în secțiune longitudinală a capului (coroanei) șinei sudate electric cap la cap prin topire intermediară și presiune

Figure 2. Curves of variation of the hardness in longitudinal section of the top (crown) of the electrically butt-welded rail by intermediate melting and pressure

Rezultatele obținute prin acest procedeu sunt superioare tehnologiilor existente până în prezent și pentru șinele căii ferate propriu-zise și reperelor de rulare ale aparatelor de cale cu joantele sudate, fiind necesare măsuri care să permită progresiv generalizarea vitezelor de circulație de la punctul 1 din articol pentru menținerea siguranței feroviare, întreținerea corespunzătoare conform instrucțiilor C.F.R., stabilitatea corespunzătoare a geometriei contactului optim roată – șină/reper de rulare, șlefuirea (așchieria prin polizare) a suprafețelor de rulare, verificarea nedistructivă (defectoscopie ultrasonică și radioactivă neinvazivă a tuturor sudurilor cap la cap) și analize metalografice pe probe extrase din calea propriu – zisă și aparatele de cale din zonele cu trafic feroviar ridicat și temperaturi minime și maxime ale mediului ambiant. Se consideră că prin valorificarea acestor date tehnice se pot completa EN 14587-1:2007 și EN 14587-2:2009 cu includerea explicită a încercării la oboseală a șinelor și reperelor de rulare ale aparatelor de cale sudate electric cap la cap prin topire intermediară și presiune:

The results obtained by this process are superior to the existing technologies so far and for the actual rail tracks and running parts of the track devices with welded joints, measures are needed to allow the progressive generalization of traffic speeds in point 1 of the article for maintaining railway safety, proper maintenance according to C.F.R. instructions, proper stability of the geometrical optimal wheel-rail contact, sanding (polishing) of treads, non-destructive testing (non-invasive ultrasonic and radioactive defectoscopy of all butt welds) and metallographic analyses on samples extracted from the track itself- the track devices from areas with high rail traffic and minimum and maximum ambient temperatures.

It is considered that the use of these technical data can supplement EN 14587-1: 2007 and EN 14587-2: 2009 with the explicit inclusion of the fatigue test of the rails and running parts of electrically welded tracked devices by intermediate melting and pressure:

- pentru verificarea la oboseală se fac încercări pe cupoane de probă supuse unor condiții de solicitare similare celor existente în exploatare, adică la încovoiere, care se repetă în mod alternativ la un anumit număr de ori/minut (tabelul 2);
- cuponul de probă de 1,3 m lungime este fixat pe două reazeme aflate la distanța de 1,00 m. la mijlocul cuponului de probă, pe cap (coroană) direct perpendicular în planul sudurii cap la cap acționează o sarcină P a cărei valoare este de 15...40 kN și maximă 200...500 kN, iar numărul de cicluri pe minut este reglat între 200...500 kN. La un anumit număr de schimbări ale sarcinii P se produce ruperea prin oboseală a cuponului de probă; în cazul unei sarcini de 800...1000 kN este suficientă o singură solicitare pentru a se produce ruperea probei. Există o anumită sarcină care poate fi suportată de cuponul pentru probă, infinit de mult, fără a se produce ruperea. Tensiunea maximă de încovoiere la talpa șinei calculată la această sarcină în fibra cea mai îndepărtată de axa neutră a secțiunii transversale a șinei reprezintă rezistența la oboseală a probei;
- deoarece la efectuarea acestei probe nu se poate pulsa de un număr infinit de ori, în practică s-a stabilit, prin cercetare, pentru oțelul șinei și reperelor de rulare sudate electric cap la cap prin topire intermediară și presiune $2 \times 10^6 \dots 5 \times 10^6$ pulsații.
- producătorul șinelor, profilelor speciale de rulare din cuprinsul aparatului de cale și al sudurilor electrice cap la cap are obligația de a comunica în certificatul de calitate mărimea rezistenței la oboseală.

Pentru informare, cercetările efectuate la ISIM Timișoara privind rezistențele la oboseală ale șinelor, în funcție de tratamentele aplicate, relevă următoarele rezultate globale, confirmate și de literatura de specialitate străină, deoarece, oțelul de șine și al reperelor de rulare (ac, contraac, șină plină, contrașină U-33) este foarte sensibil mai ales față de inegalitățile și defectele superficiale determinate de procesele tehnologice de laminare și prelucrare ulterioară la rece (frezare, rabotare, găurire) și la cald (forjare, sudare, tratament termic), care sunt trecute în tabelul 3. Deoarece m-a preocupat această problemă și am putut lucra efectiv pe un pulsator hidraulic din dotarea Atelierului de proiectare și tehnologie aparate de cale Buzău, am coordonat diferite încercări pe cupoane tehnologice noi și uzate de la reperele de rulare la scara 1:1, determinând rezistența la oboseală prin încovoiere în diferite cicluri [10]. În

- for the fatigue check, tests are performed on test coupons subjected to stress conditions similar to those existing in operation, ie bending, which is repeated alternately at a certain number of times / minute (table 2);
- the 1.3 m long test coupon is fixed on two supports at a distance of 1.00 m. In the middle of the test coupon, on the top (crown) directly perpendicular to the plane of the butt welding, there is a P load whose value is 15...40 kN and maximum 200...500 kN, and the number of cycles per minute is adjusted between 200...500 kN. At a certain number of changes in the P load, the test coupon breaks due to fatigue; in the case of a load of 800...1000 kN, a single load is sufficient for the sample to break. There is a certain load that can be borne by the sample coupon, infinitely much, without breaking. The maximum bending stress at the sole of the rail calculated at this load in the fiber furthest from the neutral axis of the cross-section of the rail is the fatigue strength of the sample;
- because it cannot be pulsed an infinite number of times when performing this test, in practice it has been established, following research, for rail steel and electrically butt-welded rolling parts by intermediate melting and pressure, a number of $2 \times 10^6 \dots 5 \times 10^6$ pulses.
- the manufacturer of the rails, of special running profiles within the track apparatus and of the electric butt welds has the obligation to communicate in the quality certificate the size of the fatigue resistance.

For information, the research carried out at ISIM Timișoara on the fatigue resistance of the rails, depending on the treatments applied, reveals the following global results, also confirmed by the foreign scientific literature, because the steel of the rails and the rolling parts (needle, counter, full rail, counter rail U-33) is very sensitive especially to the inequalities and surface defects caused by the technological processes of rolling and subsequent cold-rolling (milling, planning, drilling) and hot (forging, welding, heat treatment), which are listed in table 3.

Because I was concerned about this problem and I was able to actually work on a hydraulic pushbutton from the Buzău Railway Equipment Design and Technology Workshop, I coordinated various tests on new and used technological coupons from the running parts to scale 1:1, determining the resistance to fatigue by bending in different cycles [10].

consecință, propun completarea EN 13674-1:2003 cu formularea: "...dublate și pe cupoane tehnologice noi și uzate prelevate din profile laminate noi și repere de rulare uzate prin una din metodele Wöhler, Locati și Prot [13]."

Accordingly, I propose to supplement EN 13674-1: 2003 with the statement: " doubled and on new and used technological coupons taken from new laminated profiles and used running parts by one of the methods Wöhler, Locati and Prot [13]."

Tabelul 3. Rezistența la oboseală de încovoiere a șinelor în funcție de tratamentul aplicat

Table 3. Resistance to rail bending fatigue depending on the treatment applied

Tip șină Type of rail	Rezistența la oboseală Fatigue resistance
Șina normală (nesudată) Normal rail (not welded)	26,0 daN/mm ²
Șina nesudată polizată Polished non-welded rail	
Șina sudată aluminotermic Aluminothermic welded rail	43,0 daN/mm ²
Șina sudată electric prin topire intermediară fără șlefuirea tălpii Electrically welded rail by intermediate melting without sanding the sole	
Șina sudată electric prin topire intermediară cu șlefuirea tălpii Electrically welded rail by intermediate melting with sanding the sole	13,5 daN/mm ²
	22,0 daN/mm ²
	28,0 daN/mm ²

Din cauza comportării diferite în spațiul a reazemelor constituite din traverse și piatră spartă a căii ferate propriu-zise și a aparatelor de cale, precum și a diferenței între încărcările transmise de roțile osiilor montate ale materialului rulant, solicitările variază în timp de la o zonă la alta a platformei căii ferate și respectiv a aparatelor de cale.

Tensiunile reziduale în talpa șinelor și a profilelor speciale din compunerea aparatelor de cale se determină cu un traductor (marcă tensoelectrică) fixat inițial pe fața inferioară a tălpii. Suprafața pe care este fixată trebuie separată de șină, iar eforturile (tensiunile) eliberate trebuie utilizate pentru evaluarea mărimii lor; aceste valori trebuie considerate ca fiind cu semn schimbat față de valoarea tensiunilor inițiale prevăzute în [1], în anexa C (normativă), punct C1- Metodă de lucru (figura 3), se va completa astfel: „Determinarea tensiunii reziduale a șinei se face cu ajutorul tensometriei electrice rezistive prin lipirea (fixarea) mărcilor direct pe talpa șinei conform figurii C1, modificată în sensul că nu se vor preleva epruvete de 1 m lungime, ci determinarea va fi direct pe produsul laminat la scară 1:1 pe lungimea obținută din laminare. Dispunerea pe lungimea barei se face încât să se cuprindă trei planuri transversale, din care două la fiecare capăt al barei, la distanța de 1,50 m și al treilea la mijlocul lungimii barei, în cazul în care profilul este prelucrat tehnologic (așchiere, forjare etc.); în planul sudurii electrice cap la cap prin topire intermediară și presiune se fixează trei mărci conform figurii 4 din prezentul articol. Figura C-2- pagina 75 din EN

Due to the different behaviour in the space of the supports made of sleepers and broken stone of the railway itself and of the track devices, as well as due to the difference between the loads transmitted by the wheels of the mounted axles of the rolling stock, the demands vary in time from one area of the railway platform to another and respectively of the railway equipment.

The residual stresses in the sole of the rails and of the special profiles in the structure of the track devices are determined by a transducer (tensoelectric type) initially fixed on the underside of the sole. The surface on which it is fixed must be separated from the rail, and the released stresses must be used to assess their size; these values must be considered as having changed the value of the initial stresses provided for in [1], in Annex C (regulations), point C1- Working method (figure 3), and it will be completed as follows: "The determination of the residual stress of the rail is made with the help of resistive electric tensometry by gluing (fixing) the marks directly on the sole of the rail according to figure C1, modified in the sense that no 1 m long sample tubes will be taken, but the determination will be directly on the laminated product at a scale of 1: 1 on the length obtained from the rolling. The arrangement along the length of the bar is made up so that to cover three transverse planes, of which two at each end of the bar, at a distance of 1.50 m and the third in the middle of the length of the bar, if the profile is technologically processed (cutting, forging etc.); in the plane of the butt welding by intermediate melting and pressure, three marks are fixed, according

13674-1:2003 este necorespunzător realizată deoarece induce tensiuni încărcătoare/descărcătoare de tensiuni reziduale care nu se pot compara cu prevederea din acest standard punct 8.5.4. - Criterii de acceptare ... Pentru toate mărcile de oțel, tensiunea reziduală longitudinală în talpă trebuie să fie de maximum 250 MPa." (figurile 3, 4). Crestăturile 2 din figura 3 determină descărcarea tensiunilor interne și valoarea măsurată nu este reală; în concluzie la figura C.2 – pag. 75 din standardul mai sus rubricat se propune înlocuirea cu figura 4 din prezentul articol. Deoarece între punctele prezentate mai sus există o legătură directă, rezultatele efective ale încercărilor la oboseala de încovoiere și ale tensiunii reziduale longitudinale pe șarjă (lot de fabricație) trebuie să fie trecute de producător în certificatul de calitate ca măsură de control și comparație în cazul apariției unor defecte în timpul utilizării sau la scoaterea din uz a aparatului de cale, similar radiografiei sudurilor din cuprinsul căii ferate propriu – zise și ale reperelor de rulare ale aparatelor de cale.

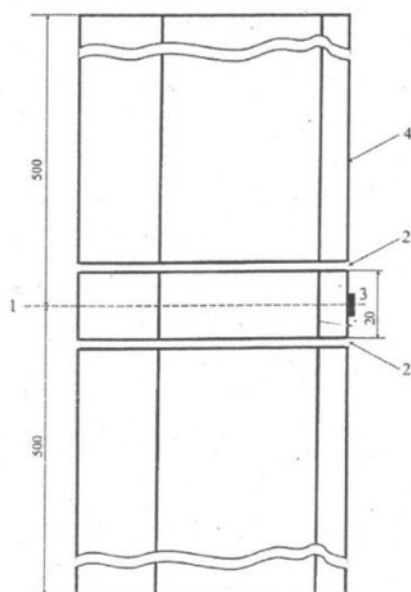


Figura 3. Amplasarea mărcii de deformare pentru măsurarea tensiunii reziduale (1-axă; 2-crestătură-plan de separație; 3-marcă de deformare; 4-talpa șinei)

Figure 3. Location of the deformation mark for measuring the residual stress on the sole surface according to EN 13674- 1: 2003 (1-axis; 2-notch-separation plane; 3-deformation mark; 4-rail sole)

Întrucât șinele Vignole și reperele de rulare pentru aparatele de cale se execută și cu tratament termic superficial cu duritate superioară 400 HB și se sudează electric cap la cap, tribologia contactului roată-șină începe să permită uzarea prematură a roților osiei montate a materialului rulant în detri-

to figure 4 of this article. Figure C-2- page 75 of EN 13674-1: 2003 is improperly made because it induces residual charging / discharging stresses which cannot be compared with the provision in this Euronorm point 8.5.4. - Acceptance criteria ... For all steel types, the longitudinal residual stress in the sole shall be a maximum of 250 MPa" (figures 3, 4). The notches 2 in figure 3 cause the internal stresses to discharge and the measured value is not real; In conclusion, figure C.2 - page 75 of the above-mentioned Euronorm is proposed to be replaced by figure 4 of this current article. Because between points presented above there is a direct connection, the actual results of the tests for bending stress durability and the longitudinal residual stress on the load (batch) must be written down by the manufacturer in the quality certificate as a control and comparison measure in case of defects during utilization or the decommissioning of the track apparatus, similar to the radiography of the welds on the actual the railways and of the running parts of the track devices.

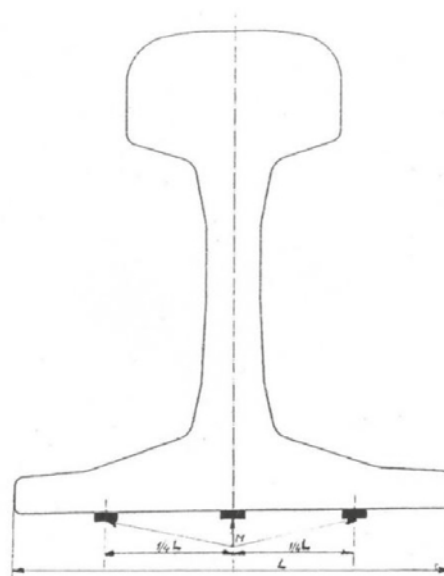


Figura 4. Amplasarea mărcii de deformare pentru măsurarea tensiunilor reziduale longitudinale (M-marcă pentru deformare; L-mărimea tălpii șinei sau a reperului de rulare sudate electric)

Figure 4. Location of the deformation mark for measuring the longitudinal residual stresses (M-mark for deformation; L-size of the rail sole or electrically welded tread)

As the Vignole rails and running parts for track devices are also made with surface heat treatment with a hardness of more than 400 HB and are welded electrically to the butt, the tribology of wheel-rail contact begins to allow premature wear of the wheels of the mounted axle to the prejudice of the tech-

mentul echilibrului tehnico-economic al celor două piese în contact (roată/șină, roată/reper de rulare, sudate electric cap la cap între ele).

De ce nu se inițiază de producătorii de aparate de cale împreună cu autoritățile feroviare europene completarea EN 13232-9:2006 cu proba de verificare la uzura de contact – alunecare a sistemului roată/șină, roată/reper de rulare sudate electric cap la cap între ele? [2]

Pe reperele de rulare ale aparatului de cale, sarcinile sunt aplicate în general prin șoc, deoarece vitezele v , deci și impulsurile $m \cdot \bar{v}$ variază brusc. Fenomenul mecanic în care impulsul variază brusc se numește ciocnire. O altă formă $m \cdot \bar{v}$ în care apare ciocnirea este aplicarea bruscă a unei legături noi, rigide a unui corp aflat în mișcare (de exemplu un punct de pe suprafața de rulare a roții osiei montate). Desfacerea sau pierderea bruscă a unei legături nu este o ciocnire, întrucât în acest caz impulsurile variază continuu. În această situație, calculul la solicitarea prin șoc are la bază relațiile stabilite în cursurile de mecanică și rezistența materialelor, ce utilizează diferite expresii ale multiplicatorului de impact pe baza căruia se face apoi o corecție a tensiunilor și deformațiilor calculate în condițiile unei solicitări statice. Neglijarea undelor elasto-plastice care se propagă în corpul lovit (reperul de rulare al aparatului de cale), precum și absența abordării corecte a contactului în regim dinamic conduc la o serie de rezultate care diferă foarte mult față de cele obținute experimental [11], [12], [13], [14]. Această solicitare ce caracterizează în realitate calea ferată propriu-zisă și aparatul de cale (sarcini orizontale/verticale, sarcini termice, șocuri și vibrații) în SREN 13674-1:2006 a fost scoasă încercarea la șoc sau nici nu a fost introdusă.

În țara noastră producătoare cu tradiție istorică până în anul 1990 a șinelor grele de cale ferată tip 40 kg/m, 49 kg/m (la CS Reșița), 54 kg/m (la CS Hunedoara) și un lot prototip de 200 tone șină tip 49 kg/m și 60 kg/m (la CS Călărași), în prevederile STAS-urilor 2953-80, 1900-89, 11179-79, 11201/1-80 și 11189/1-80 încercarea la șoc alături de încercarea la oboseala de încovoiere Wöhler, Locati și Prot erau eliminatorii pentru întreaga șarjă destinată Căilor Ferate Române.

Propun ca această încercare să se introducă în SREN 13674-1:2006 [1], indiferent că șina și celelalte profile de rulare se fabrică în țară sau se procură din import, deoarece este o garanție a siguranței circulației pe calea ferată și pe aparatul de cale cu joantele sudate electric cap la cap. Fac această remarcă deoarece pe

nical-economic balance of the two parts in contact (wheel / rail, wheel / tread, electrically butt welded). Why is it not initiated by the railway equipment manufacturers together with the European railway authorities the completion of EN 13232-9: 2006 with the wear test for contact-slip of the wheel / rail system, wheel / running reference electrically butt welded [2]?

On the running marks of the track device, the loads are generally applied by shock, because the speeds v , therefore the impulses $m \cdot \bar{v}$ vary suddenly, too. The mechanical phenomenon in which the impulse varies abruptly is called a collision. Another form $m \cdot \bar{v}$ in which the collision occurs is the sudden application of a new, rigid connection to a moving body (for example, a point on the running surface of the mounted axle wheel). The sudden release or loss of a connection is not a collision, as in this case the pulses vary continuously. In this situation, the shock load calculation is based on the relationships established in the mechanics and the strength of the materials courses, which use different expressions of the impact multiplier based on which a further correction of stresses and strains calculated under a static load is made. The neglect of the elastic-plastic waves that propagate in the hit body (the running landmark of the track device), as well as the absence of the correct approach of the contact in dynamic regime, lead to a series of results that differ very much from those obtained experimentally [11], [12], [13], [14]. This request, which actually characterizes the railway itself and the track device (horizontal / vertical loads, thermal loads, shocks and vibrations) in SREN 13674-1: 2006, the shock test was removed or not even introduced.

In our country with historical tradition in manufacturing until 1990 the heavy rails type 40 kg/m, 49 kg/m (at CS Resita), 54 kg/m (at CS Hunedoara) and a prototype batch of 200 tons rail type 49 kg/m and 60 kg/m (at CS Călărași), in the provisions of STAS 2953-80, 1900-89, 11179-79, 11201/1-80 and 11189/1-80, the shock test together with the test bending stress durability, Wöhler, Locati and Prot were the eliminators criteria for the entire load of the Romanian Railways.

I propose that this test be introduced in SREN 13674-1: 2006 [1], regardless of whether the rail and other running profiles are manufactured in the country or procured from import, as it is a guarantee of the safety of rail traffic and on the rail bonds with butt welded joints. I make this remark because on the one

de o parte pe parcursul unui an calendaristic temperatura mediului ambiant variază de la - 30°C la + 40°C, iar pe de altă parte creșterea rezistenței la uzura de contact – alunecare a suprafeței de rulare a șinei normale și a șinei ac prin tratament superficial de călire (cu autorevenire prin căldura reținută în partea de jos a capului și a inimii) cu durități chiar de până la 50 HRC, prin solicitările exterioare prezentate și în acest articol, se pot produce defecte care ies din sfera controlului curent de calitate.

Încercarea la șoc se efectuează asupra unei probe de șină cu aspect, formă, dimensiuni, rectiliniaritate, simetrie, ondulare, compoziție chimică și proprietăți mecanice corespunzătoare, inclusiv rezistența la încovoiere de oboseală la temperatura mediului ambiant de minimum + 5°C.

Aceasta constă în lovirea o singură dată a probei pe capul (coroana) șinei la jumătatea distanței dintre reazeme cu o greutate (berbec), ghidată de la o înălțime H (mm) care variază în funcție de masa berbecului M_b (kg) și masa șinei M_s (kg/m) conform relației (1).

$$H \cdot M_b = 150 \cdot M_s \quad (1)$$

Această încercare se execută în următoarele condiții: masa berbecului este 1000 kg, înălțimea de cădere măsurată de la nivelul superior al capului (coroanei) șinei poate varia (de exemplu pentru șina tip 60 kg/m $H = 9,5$ m), proba are lungimea 1300 mm tăiată la cald, simplu rezemată pe două reazeme la distanța de 1000 mm, ghidajul este absolut rigid, plan, vertical și astfel dispus încât frecarea în timpul căderii să fie redusă la minimum, berbecul având o formă simetrică în raport cu planul de ghidare și centrul de greutate cât mai jos posibil pe axa verticală, un sistem de declanșare care nu trebuie să producă nici o mișcare laterală în timpul acționării, batiul berbecului are o masă de 10.000 kg, fundația este rigidă, reazemele pe care se așază șina sunt fixate rigid de batiu (figura 5).

hand during a calendar year the ambient temperature varies from - 30 °C to + 40 °C, and on the other hand the increase in wear resistance to contact-slipping of the running surface of the normal rail and of the needle rail by surface hardening treatment (with self-recovery due to the heat retained in the lower part of the top and middle) with hardness even up to 50 HRC, by the external stresses presented in this article, there might be defects which can go out of the current quality control.

The shock test shall be performed on a rail test with aspect, shape, dimensions, rectilinearity, symmetry, corrugation, chemical composition and corresponding mechanical properties, including bending stress durability at ambient temperature of at least + 5 °C. This consists of striking the sample on the top (crown) of the rail only once at half the distance between the supports with a weight (tup), guided by a height H (mm) which varies according to the mass of the tup M_b (kg) and the weight of the rail M_s (kg/m) according to the relation (1).

This test is performed under the following conditions: the mass of the tup is 1000 kg, the height of fall measured from the upper level of the top (crown) of the rail may vary (eg for rail type 60 kg / m $H = 9.5$ m), the sample has length of 1300 mm hot cut, simply supported on two supports at a distance of 1000 mm, the guide is absolutely rigid, flat, vertical and arranged so that the friction during the fall is reduced to a minimum, the tup having a symmetrical shape in relation to the plane of guide and centre of gravity as low as possible on the vertical axis, a trigger system which must not produce any lateral movement during operation, the tup's frame has a mass of 10,000 kg, the foundation is rigid, the supports on which the rail rests are rigidly fixed to the frame (figure 5).

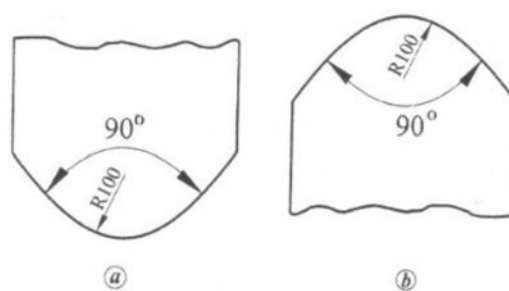


Figura 5. Forma berbecului (a) și a reazemelor (b) la instalația de încercare la șoc
Figure 5. Shape of the tup (a) and of the supports (b) in installation of shock testing

Periodic berbecul și reazemele se rectifică pentru a corespunde întocmai formei din figura 5. Probele

Periodically, the tup and the supports are ground to fit exactly as shown in figure 5. The rail samples sub-

de şină supuse încercării la şoc trebuie să reziste fără a se rupe sau fisura; în cazul când proba se îndoaie, săgeata se înregistrează. Dacă numai una din încercările la şoc nu corespunde (de exemplu se îndoaie ușor și se rupe, se îndoaie ușor și se fisurează capul tratat sau netratat termic etc.) se procedează la un control pe un număr dublu de probe; dacă numai o contraprobă nu este corespunzătoare, toate şinele din şarja respectivă se resping ca rebut. În cazul în care rezultatul pe toate contraprobele este corespunzător, şarja de şine se acceptă.

În intervalul de garanție al aparatului de cale de la data introducerii în exploatare, cel puțin o dată clientul-cumpărător și producătorul-furnizor, trebuie să determine starea de tensiuni în reperiile de rulare și în barele de acționare ale acelor și ale vârfurilor mobile ale inimii, în secțiunile caracteristice stabilite numai de către proiectantul aparatului de cale [12] [13]; în funcție de rezultatele măsurătorilor în regim dinamic (cu trenuri în circulație și cu locomotive izolate) se analizează și se decide de membrii comisiei continuarea utilizării aparatului de cale sau efectuarea unor remedieri constructive, tehnologice, inclusiv la platforma reazemelor; din comisia respectivă trebuie să facă parte și reprezentantul neutru al autorității feroviare.

Pentru o relație directă și corectă între producătorul-furnizor și clientul-cumpărător la contractarea aparatelor de cale din fabricație curentă este necesar să se prevadă că primul predă celuilalt mapa cu desenele produsului necesară pentru instruirea personalului de întreținere, achiziționarea pieselor de schimb și măsurarea uzurilor. Desenele vor fi însoțite de caietul de sarcini cu toate instrucțiunile de montare pe reazeme, revizie periodică, cote, toleranțe etc., necesare unei exploatare raționale și sigure. Toate desenele și instrucțiunile sunt proprietatea producătorului – furnizor și utilizarea lor de către clientul – cumpărător se fac numai în scopul celor indicate mai sus. Propun ca această măsură să se introducă și în SREN 13232 – 9:2007 Aplicații feroviare. Cale. Aparat de cale. Partea 9. Ansamblu aparat de cale.

La verificarea macroscopică pentru depistarea rețasurilor pe amprenta Baumann și a fulgilor, proporția încercărilor să fie de două probe pe șarjă pentru șarjele până la 100 t și pentru șarjele mai mari de 100 t câte 2 probe pentru fiecare 100 t sau/fracțiuni mai mari de 50 t și să fie acceptabilă ca amprentă macroscopică perfectă numai D1 figura 1 de la pagina 77 [1], iar celelalte figuri ca D2 – segregare

jected to the shock test must withstand breaking or cracking; If the sample bends, the arrow is recorded. If only one of the shock tests does not match (for example, it bends slightly and breaks, bends slightly and cracks the heat-treated or untreated top etc.) a double number of samples shall be checked; if only one counter-test is not appropriate, all rails in that batch shall be rejected as scrap. If the result on all the counter-tests is correct, the whole load of rails is accepted.

During the warranty period of the track device from the date of entry into service, at least once the customer-buyer and the manufacturer-supplier must determine the state of strength in the running marks and in the actuating bars of the needles and the moving tips of the core, in the characteristic sections determined only by the designer of the track device [12] [13]; Depending on the results of the measurements in dynamic mode (with running trains and isolated locomotives), the members of the commission analyse and decide on the continuation of the use of the track apparatus or the performance of constructive, technological remedies, including on the support platform; the neutral representative of the railway authority must also be a member of that committee.

For a direct and correct relationship between the manufacturer-supplier and the customer-buyer when contracting the currently manufactured track devices it is necessary to provide that the first hand over to the other the folder with the product drawings necessary for training the maintenance staff, purchasing spare parts and measuring wear. The drawings shall be accompanied by the specifications with all the instructions for mounting on the supports, periodic inspection, dimensions, tolerances etc., necessary for a rational and safe operation. All drawings and instructions are the property of the manufacturer- supplier and their use by the customer - buyer is made only for the purposes indicated above. I propose that this measure be introduced in SREN 13232- 9: 2007 Railway applications. Railway. Track devices. Part 9. Track device assembly.

On macroscopic verification for Baumann fingerprint and flake cuts, the proportion of tests shall be two samples per batch for loads up to 100 t and for loads greater than 100 t, 2 samples per 100 t or / fractions greater than 50 t and be acceptable as a perfect macrograph track only D1 figure1 from page 77 [1], and the other figures as D2 - small negative positive segregation, D3- negative segregation in the

pozitivă negativă mică, D3 - segregare negativă în inima şinei, D4 – segregare pozitivă mică, D5 – segregare dendritică, D6 – segregare în pete pe întreaga secţiune şi D7 – zonă de segregări negative determinate de agitaţia electromagnetică să fie total scoase deoarece fiecare în parte (D2...D7) sunt surse certe producătoare de concentratori de tensiune, micro fisuri şi rupere imprevizibilă a reperelor de rulare, deoarece asemenea defecte nu pot fi admise sub nici o formă, chiar şi la căile ferate industriale.

La C.F.R. să se generalizeze pentru toate aparatele de cale ca joantele interioare (ac flexibil, ac elastic, contraace cu şinele de legătură, cozile acelor elastice cu şinele de legătură, şine de rulare cu şinele de legătură, şinele – aripi cu şinele de legătură, vârful din oţel aliat îmbunătăţit termic cu subansamblu şine-cozi, corpul inimii turnate monobloc cu şinele de legătură, precum şi toate joantele exterioare de intrare şi ieşire pe şi de pe aparatul de cale, să fie prevăzute în proiectele şi tehnologia de fabricaţie realizate numai prin sudare electrică cap la cap, cu topire intermediară şi presiune în regim dur termomecanic. Standardele EN 14587-1:2007 şi EN 14587-2:2009 [3] să se reunească într-un singur standard cu denumirea „Aplicaţii feroviare. Cale şi aparate de cale. Sudare şine şi repere de rulare prin topire intermediară şi presiune pe instalaţie fixă sau mobilă.”, deoarece tehnologia de sudare şi produsul final trebuie să se realizeze, recepţioneze şi admită în exploatare ca unic, indiferent de locul în care se execută. Separat, propun elaborarea unui standard cu denumirea “Aplicaţii feroviare. Cale şi aparate de cale. Sudare electrică şine şi repere de rulare prin topire intermediară şi presiune pe instalaţie fixă sau mobilă. Calificare, examinare, autorizare sudori care sudează electric cap la cap prin topire intermediară şi presiune şine şi repere de rulare.”, normă tehnică care poate fi elaborată cu succes la aprecierea autorului de către ISIM Timişoara şi CN–CF–CFR–SA pe baza experienţei profesionale pe care cele două entităţi juridice o au acumulată prin personalul de specialitate.

Cu privire la partea 1, EN 14730-1:2006 + A1:2010 şi EN 14730-2:2006 partea 2 [4], propun să se procedeze plecând de la următorul raţionament: acest standard se aplică numai la sudarea şinelor şi ale reperelor de rulare ale aparatelor de cale de la căile ferate industriale, uzinale, portuare şi a şinelor de tramvai de acelaşi profil transversal, uzură şi marcă de oţel.

Cu privire la EN 15594:2009 Aplicaţii feroviare. Cale. Repararea şinelor prin sudare cu arc electric, propun ca la Cap.1- Domeniu de aplicare, alineatul 5, rândul

heart of the rail, D4- small positive segregation, D5- dendritic segregation, D6- spot segregation throughout the section and D7- area of negative segregation caused by electromagnetic agitation, are to be completely removed because each (D2 ... D7) of them is a certain source producing stress concentrators, micro cracks and breakage unpredictable of the rail tracks, because such defects cannot be tolerated in any form, even on industrial railways.

C.F.R. ought to generalize for all track devices as internal joints (flexible needle, elastic needle, counter with connecting rails, tails of elastic needles with connecting rails, running rails with connecting rails, wings rails - with connecting rails, tip of thermally enhanced alloy steel with tail rails subassembly, one-piece cast heart with connecting rails, as well as all external inlet and outlet joints on and off the track apparatus, to be provided in projects and manufacturing technology made only by electric butt welding, with intermediate melting and hard thermomechanical pressure.

The standards EN 14587-1: 2007 and EN 14587-2: 2009 [3] shall come together in a single Standard entitled “Railway applications. Track and track devices. Welding rails and rolling parts by intermediate melting and pressure on a fixed or mobile installation.”, because the welding technology and the final product must be made, received and admitted into operation as unique, regardless of the place where it is executed. Separately, I propose the elaboration of a Euronorm with the name “Railway applications. Track and track devices. Electric rail welding and rolling parts by intermediate melting and pressure on fixed or mobile installation. Qualification, examination, authorization of welders who butt weld electrically by intermediate melting and pressure rails and running marks”, a technical norm that can be successfully developed at the discretion of the author by ISIM Timişoara and CN – CF – CFR – SA based on the professional experience that the two legal entities have gained through the active specialized staff. With regard to Part 1, EN 14730-1: 2006 + A1: 2010 and EN 14730-2: 2006 Part 2 [4], I propose to proceed on the basis of the following reasoning: this Euronorm only applies to the welding of rails and parts of rolling stock of industrial, factory, port and tram tracks of the same transverse profile, wear and steel mark.

Regarding EN 15594: 2009 Railway applications. Railway. Repair of rails by electric arc welding, I propose that in Chapter 1- Field of application, paragraph 5,

4 să se introducă și completarea: ... oțel manganos și toate acele elastice, flexibile, din cuprinsul macazurilor și inimilor de încrucișare cu vârfuri mobile elastice care au depășit limita de uzură, nu se repară prin sudare cu arc electric, ci se casează și se înlocuiesc cu piese noi.

4. Concluzii

Măsura luată la nivel european pentru elaborarea normelor specifice în aplicația feroviară Cale. Aparat de cale. aduce o contribuție fundamentală tehnico – economică pentru transportul ghidat pe șine supranteran și subteran, deoarece s-a creat spațiul tehnic cu implicații economice prin care se stabilesc prescripții tehnice privitoare la calitatea, dimensiunile, terminologia științifică, metode de analiză – control, care definesc produsul industrial, aparatul de cale, aplicate în scopul reglementării unitare a proiectării, fabricației, comercializării și întreținerii acestuia; în acest mod se reglementează soluții tehnice „tipizate” în prevederile normelor tehnice europene.

S-a creat cadrul legal, respectiv un tipar comun pentru un produs necesar transportului european feroviar „Fără frontiere feroviare Vest – Est”, care unifică până în prezent paramentul constructiv – ecartamentul – la valoarea de 1435 mm necesar deplasării pe infrastructura feroviară a materialului rulant cu excepția Finlandei, Portugaliei, Ucrainei și Republicii Moldova, vis-à-vis de normele SUA – ASTM și ale Federației Ruse – GOST/OST. Aceste norme europene au fost preluate de Asociația de Standardizare din România (ASRO) și au devenit standarde românești cu simbolul SREN.

Ca fost salariat în industria națională de proiectare și fabricație a aparatelor de cale și apoi în calitate de utilizator în exploatare și întreținere a acestui produs industrial în cadrul C.F.R., am prezentat în acest articol anumite completări pe care le-am considerat utile și de strictă necesitate. Totodată, din toate SREN-urile care reglementează acest produs industrial trebuie să se scoată cuvintele „facultativ” și „predictibil”, deoarece siguranța circulației feroviare nu se menține cu norme și reguli benevole sau care nu trebuie făcute obligatoriu! Acești termeni produc interpretare și lipsă de răspundere atât pentru industria națională producătoare de aparate de cale, cât și pentru personalul de exploatare și întreținere al clientului cumpărător. Aceste propuneri le consider ca măsuri preventive pentru împiedicarea apariției unor evenimente feroviare imprevizibile, în așa fel încât toate procesele metalurgice, siderurgice și prelucrătoare la rece și la cald pentru fabricația șinelor și a aparatelor

row 4, the following addition be introduced: ... manganese steel and all the elastic movable tips that have exceeded the wear limit, are not repaired by electric arc welding, but are scrapped and replaced with new parts.

4. Conclusions

Measure taken at European level to develop specific rules in the railway application Railway. Track devices, makes a fundamental technical-economic contribution to the guided transport by rail above and underground, as the technical space with economic implications has been created by establishing technical requirements regarding quality, dimensions, scientific terminology, methods of analysis- control, which define the industrial product, track apparatus, applied for the purpose of unitary regulation of its design, manufacture, marketing and maintenance; in this way, "standardized" technical solutions are regulated in the provisions of the European technical norms.

There has been created the legal framework, respectively, a common pattern for a product necessary for the European railway transport "Without railway borders West - East", which unifies until now the constructive facing- the gauge- to the value of 1435 mm necessary to move the rolling stock on the railway infrastructure except Finland, Portugal, Ukraine and the Republic of Moldova, vis-à-vis to US- ASTM and Russian Federation - GOST / OST rules. These European norms were taken over by the Romanian Standardization Association (ASRO) and became Romanian standards with the symbol SREN.

As a former employee in the national industry of design and manufacture of track devices and then as a user in operation and maintenance of this industrial product within CFR, I have presented in this article certain additions that I considered useful and strictly necessary. At the same time, the words "optional" and "predictable" must be removed from all SRENS that regulate this industrial product, because the safety of railway traffic is not maintained with voluntary rules and regulations or which do not have to be made mandatory! These terms give rise to interpretation and irresponsibility both for the national railway equipment industry and for the operating and maintenance personnel of the purchasing customer. I consider these proposals as precautionary measures to prevent the occurrence of unforeseen railway events, so that all metallurgical, steel, cold and hot processing processes for the manufacture

de cale, să garanteze siguranța circulației, în transportul feroviar de persoane și mărfuri în continuă dezvoltare și inovare. Acceptarea acestor propuneri de către autoritatea elaboratoare a standardelor (EN) și SREN-urilor (ASRO) ar aduce și o contribuție substanțială la sistemul de supraveghere și monitorizare a infrastructurii de transport feroviar prin detectarea electromagnetică (ISTIMES) – programul cadru UE (PC7) sistem de avertizare timpurie a dezastrelor care pot determina deraierea trenurilor.

of rails and track equipment, ensure traffic safety in rail transport of people and goods which is under continuous development and innovation. The acceptance of these proposals by the Authority for the Development of Euronorms and SRENs (ASROs) would also make a substantial contribution to the Electromagnetic Detection Railway Infrastructure Surveillance and Monitoring System (ISTIMES)- EU Framework Program (FP7), early warning system for disasters that can cause trains to derail..

Bibliografie/References

- [1] Aplicații feroviare. Cale. Șine partea 1; Șine Vignole cu masa mai mare sau egală cu 46 kg/m – EN 13674-1:2003 și partea 2 – EN 13674-2:2006 + EN 13674-2:2006 + A1:2010.
- [2] Aplicații feroviare. Cale. Aparat de cale – EN 13232-1:2003, EN 13232-2:2003, EN 13232-2:2003 + A1:2011, EN 13232-3:2003, EN 13674-3:2006+A1:2010, EN 13232-3:2003, EN 13232-4:2005, EN 13232-5:2005, EN 13232-5:2005+A1:2011, EN 13232-6:2005, EN 13232-6:2005+A1:2011, EN 13232-7:2006, EN 13232-8:2007 și EN 13232-9:2006.
- [3] Aplicații feroviare. Cale. Sudare șine prin topire intermediară. Partea 1: Șine noi de mărcile de oțel R220, R260, R260Mn și R350HT într-o instalație fixă – EN 14587-1:2007 și EN 14587-2:2009 cu mașini mobile de sudat în alte locuri decât într-o instalație fixă.
- [4] Aplicații feroviare. Sudarea șinelor aluminotermic. Partea 1: Aprobarea procedeelelor de sudare EN 14730-1:2006+A1:2010 și EN 14730-2:2006 – Partea 2.: Calificarea sudorilor care sudează aluminotermic, aprobarea contractanților și recepția sudurilor.
- [5] Aplicații feroviare. Cale. Repararea șinelor prin sudare cu arc electric- EN 15594:2009.
- [6] Micloși, C., Teodorescu, C.C. – Procedee industriale de sudură – Ed. Institutul Român de Energie – 1937 – Timișoara.
- [7] Schramm, G. – Oberbautechnik und oberbauwirtschaft – O.Elsner Verlagsgesellschaft Darmstadt – 1960.
- [8] Teodorescu, C.C. – Teoria șinei fără joante supuse la variații de temperatură – Ed. Academiei R.S.R. – București 1965
- [9] Boarnă, C., Stoianovici, P., Antonescu, I., Doboșan, V.- Sudarea prin presiune – Ed. Tehnică București 1961.
- [10] Ionescu, N. – Cercetări privind sudarea prin presiune a reperelor de rulare tratate termic superficial de la aparatul de cale – Institutul Politehnic "Traian Vuia" – Timișoara, Facultatea de Mecanică – Teză de doctorat- 1977.
- [11] Grumăzescu, M., Stan, A.- Probleme de mecanică teoretică – Ed. Didactică și Pedagogică – 1973.
- [12] Mocanu, D.R., + colectiv- Probleme ce se ridică în modernizarea aparatului de cale – Revista transporturilor și telecomunicațiilor nr. 2 – 1981.
- [13] Mocanu, D.R.- Analiza experimentală a tensiunilor – Ed. Tehnică București – 1986.
- [14] Ciarlet, G.C.- Mathematical Elasticity, Volume 1 – Three Dimensional Elasticity – Université Pierre et Marie Curie, Paris Elsevier, Sciences Publisher B.V. – Sara Burgerhart-straat 25 – Amsterdam 1000 AE – 1993.

Pentru citare:

Ionescu, N., *Structural requirements for the butt-welding of railways and switches, Sudura, nr. 1 (2022), year XXXII, 13-30*



„Inginerul sudor” – o nouă ocupație în COR

În Monitorul Oficial al României, Partea I, Nr. 141/11.II.202 a fost publicat „Ordinul privind modificarea și completarea Clasificării ocupațiilor din România (COR), aprobată prin Ordinul ministrului muncii, familiei și protecției sociale și al președintelui Institutului Național de Statistică nr. 1.832/856/2011”.

Una dintre cele 69 de ocupații introduse în COR prin acest ordin este ocupația de „inginer sudor”, cod 214496.